

## سنجش عوامل مؤثر بر رشد شهری با تاکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: شهر تبریز)

رحیم سرور - استاد گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران  
رسول یزدانی - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران  
علی عشقی چهاربرج<sup>۱</sup> - دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۱۳

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۸/۰۴

### چکیده

گسترش افقی و بی‌برنامه شهرها متأثر از رشد جمعیت و مهاجرت، منجر به، کمبود زمین، تغییر اراضی مجاور به ساخت‌وسازهای شهری و ایجاد زاغه‌هایی در مکان‌های نامساعد طبیعی گشته است. شهر تبریز طی دهه‌های اخیر رشد و گسترش کالبدی سریعی را تجربه نموده است. رشد بی‌رویه شهری باعث تخریب اراضی باغی مرغوب اطراف شهرها، ایجاد زاغه‌هایی در نواحی پرشیب و بر روی گسل تبریز، ترافیک و انواع آلودگی‌ها شده است. برای مدیریت و برنامه‌ریزی رشد شهر و کاهش اثرات نامطلوب آن شناخت عوامل مؤثر بر تغییرات کاربری زمین و رشد شهری ضروری می‌باشد. در پژوهش حاضر مدل رگرسیون لجستیک به عنوان یک مدل اطلاعات محور توانایی بالایی در دخیل کردن متغیرهای زیاد دارد جهت تحلیل الگوهای گسترش شهر و روابط بین رشد شهری و عوامل محرکه آن مورد استفاده قرار گرفته است. روش پژوهش توصیفی - تحلیلی با هدف کاربردی است. در این تحقیق، ابتدا با استفاده از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای طی دوره ۲۲ ساله (۱۳۶۸-۱۳۹۰) با استفاده از روش حداکثر احتمال تغییرات پوشش/کاربری زمین شهر تبریز و اراضی اطراف کشف و تحلیل شد. سپس ۱۴ متغیر مستقل یا عوامل محرکه رشد شهری و متغیر وابسته یا رشد شهری صورت گرفته طی ۲۲ سال اخیر مورد آزمون قرار گرفتند. مدلسازی برای دو دوره ۱۳۹۰ و ۱۴۱۲ صورت گرفت. ابتدا با استفاده از داده‌های سال ۱۳۶۸ رشد شهری برای سال ۱۳۹۰ مدلسازی شد مطابق بالای نقشه خروجی سال ۱۳۹۰ با نقشه کاربری زمین واقعی سال ۱۳۹۰ صحت مدلسازی را مورد تأیید قرارداد. در نهایت رشد و گسترش شهر برای سال ۱۴۱۲ مدلسازی شد نتایج نشان می‌دهد که احتمال گسترش شهر به سمت جنوب شرق یا جاده تهران و شمال غرب (بطرف مرند و مرز بازرگان) و جنوب غرب (بطرف آذرشهر) بیشتر از نواحی دیگر می‌باشد. جهت اعتبارسنجی مدلسازی و شناخت میزان تأثیرگذاری عوامل مؤثر در رشد شهری از روش ROC استفاده گردید نتایج نشان‌دهنده تأثیر بالای فاصله از باغات و اراضی شهری و در مرحله بعد متغیرهای اراضی بایر و باغات در رشد شهر طی ۲۲ سال اخیر می‌باشد.

واژگان کلیدی: گسترش کالبدی، شاخص‌های مؤثر رشد شهری، مدل رگرسیون لجستیک، شهر تبریز

## مقدمه

در سال ۲۰۰۷ برای اولین بار در تاریخ، جمعیت شهرنشین از جمعیت روستایی جهان فراتر رفت. جهان طی ۶ دهه اخیر فرآیند شهرنشینی سریعی را تجربه می‌کند، به طوری که در سال ۱۹۵۰، ۳۰ درصد جمعیت جهان شهرنشین بود ولی در سال ۲۰۱۴ به ۵۴ درصد رسید (UN, 2014: 7). انتظار می‌رود جمعیت جهان طی ۵۰ سال آینده ۲/۶ میلیارد نفر افزایش یابد. پیش‌بینی می‌شود بخش زیادی از این رشد جمعیت در کشورهای در حال توسعه جهان، جایی که حدود ۵/۳ میلیارد نفر از جمعیت جهان اکنون در آنجا زندگی می‌کنند، به وقوع بپیوندد. بنابراین پیش‌بینی می‌شود که جمعیت کشورهای در حال توسعه در سال ۲۰۵۰ به ۷/۸ میلیارد نفر برسد در صورتی که جمعیت کشورهای صنعتی در این مدت حدود ۱/۲ میلیارد نفر بدون تغییر بماند (Bounoua et al, 2009: 217). در حال حاضر رشد جمعیت شهری جهان سریعتر از جمعیت کل جهان می‌باشد (UN, 2010). طبق گزارش سازمان ملل بیش از نیمی از جمعیت جهان یعنی حدود ۳/۵ میلیارد نفر در شهرها زندگی می‌کنند که این رخداد به ۶۵ درصد در سال ۲۰۳۰ و به حدود ۷۰ درصد در سال ۲۰۵۰ خواهد رسید (ESA-UN, 2007). این میزان برای کشورهای در حال توسعه بخصوص در آسیا شتاب بیشتری را نشان می‌دهد بطوری که جمعیت شهری قاره آسیا از ۳۱ درصد در سال ۱۹۵۰ به ۶۰ درصد در سال ۲۰۰۹ رسیده است (Population division, 2009). رشد سکونتگاه‌های شهری در کشورها در حال توسعه پنج برابر کشورهای توسعه یافته می‌باشد (Lopez et al, 2001). افزایش سریع جمعیت شهرها باعث ظهور ویژگی‌ها و شرایط جدیدی در ساختار و عملکرد شهرها شده است. طی دهه‌های گذشته شهرهای زیادی در دنیا مخصوصاً در کشورهای در حال توسعه رشد شهری بی‌سابقه را تجربه کرده‌اند. این رشد شهری با تغییر کاربری زمین و افزایش فعالیت‌های شهر همراه است. این تغییرات با افزایش جمعیت و توسعه اقتصادی مرتبط است (Achmad et al, 2015: 237). بنابراین شهرنشینی فرآیند گزیر ناپذیری است که در اثر توسعه اقتصادی و رشد سریع جمعیت بوجود می‌آید. شهرنشینی، مسئله اصلی بسیاری از نواحی شهری در جهان می‌باشد که شامل گسترش بی‌رویه شهر به سمت نواحی پیرامونی با برنامه‌ریزی و کنترل ضعیف می‌باشد شهرنشینی برنامه‌ریزی نشده مسائل عمده‌ای همچون آلودگی، ترافیک، جنگل‌زدایی و تراکم مکان‌ها را بوجود آورده است (Deep & Saklani, 2014: 179).

گسترش افقی شهر بعد از دهه ۱۹۶۰، یک مشکل جهانی در ارتباط با رشد مادر شهرها شد (Zhao, 2011: 96). گسترش کالبدی شهرها معمولاً با نابودی مناطق کشاورزی و طبیعی همراه است که باعث افزایش اثرات منفی شهرنشینی بر جهان می‌باشد (Momany, 2011: 9). مهم‌ترین اثر این پدیده تغییرات چشم‌انداز است (Han, 2009: 133). رشد سریع شهری موجب مسائل اجتماعی-اقتصادی و زیست‌محیطی شده که باعث افت کیفیت زندگی ساکنان شهری گشته است (Vermeirn et al, 2012: 19) که در تضاد با اصول توسعه پایدار قرار گرفته است. رشد شهری پایدار، یک مسأله استراتژیک در دستیابی به کیفیت زندگی بهتر از طریق بهبود کیفیت محیط شهری می‌باشد. توسعه پایدار نمی‌تواند جدا از کاربری زمین و قابلیت منابع موجود برای اهداف توسعه انسانی و جامعه باشد (Acmad et al, 2015: 238). گسترش سریع شهرها، فشار شدیدی بر زمین و منابع پیرامون شهر تحمیل می‌کنند. در فرآیند تصمیم‌گیری، مدیران نیازمند بررسی دقیق تغییرات ایجاد شده به وسیله گسترش شهر هستند (Rafiee et al, 2009: 19). یکی از ابزارهای مورد استفاده برنامه‌ریزان در جهت کنترل روند تغییرات کاربری، مدل‌ها هستند. مدل‌ها، ابزاری برای شناسایی تغییرات کاربری زمین می‌باشند و در کشف ارتباط کاربری زمین و عوامل مؤثر بر آن بسیار کارآمد هستند (Kamyab et al, 2010: 89). بر این اساس جهت مدیریت و کنترل رشد شهری و تغییرات کاربری زمین پیرامون شهر شناخت علل و نیروهای بوجود آورنده و تشدیدکننده رشد شهری به عنوان نخستین گام ضروری می‌باشد (Thapa & Murayama, 2010: 71). یکی از بهترین مدل‌ها جهت شناخت عوامل مؤثر در رشد شهری رگرسیون لجستیک می‌باشد. مدلسازی رگرسیون لجستیک، برای تعیین و بهبود شناخت ما از نیروهای اجتماعی، اقتصادی و بیوفیزیکی که بر

رشد شهر تأثیر می‌گذارد و همچنین تعیین نواحی مناسب توسعه شهری مورداستفاده قرار می‌گیرد (Hu & Lo, 2007: 670). ایران اکنون به‌عنوان یک کشور درحال توسعه شاهد یک فرایند شهرنشینی تقریباً بزرگ مقیاسی است که بیشتر این افزایش جمعیت شهرنشین در چندین شهر بزرگ کشور از جمله تهران، مشهد، تبریز و اصفهان صورت گرفته است (Rafiee et al, 2009: 19).

شهر تبریز طی دهه‌های اخیر در اثر رشد زیاد جمعیت و مهاجرت‌های بی‌رویه روستایی - شهری، رشد و گسترش کالبدی زیادی را پذیرفته است. همچنین، در اثر گسترش استفاده از اتومبیل و ترویج فرهنگ مصرفی، زمین زیادی در اطراف شهر به نسبت رشد جمعیت تحت توسعه شهری قرار گرفته است. به طوری که مساحت شهر از ۷۲۲۰ هکتار در سال ۱۳۶۳ به ۲۲۳۴۶ هکتار در سال ۱۳۹۰ رسیده است، یعنی طی ۲۷ سال گذشته مساحت شهر بیش از ۳ برابر گشته است. در صورتی که جمعیت شهر در سال ۱۳۶۳ حدود ۹۵۷ هزار نفر بوده که در سال ۱۳۹۰ به ۱۳۳۶ هزار نفر رسیده است، یعنی طی ۲۷ سال گذشته جمعیت شهر فقط ۱/۳ برابر افزایش یافته است (Gorbany, 2015: 26).

گسترش افقی و بی‌برنامه شهر تبریز با افزایش جمعیت و رشد روزافزون شهرنشینی منجر به، تغییر کاربری‌های مجاور به ساخت و سازهای شهری و ایجاد زاغه‌هایی در نواحی پرشیب شده است که نشان‌دهنده نوعی پراکنش شهری می‌باشد. افزایش جمعیت به نوبه‌ی خود باعث توسعه فیزیکی و کالبدی بدون برنامه و لجام‌گسیخته، و ایجاد شهرک‌های در پیرامون کلان‌شهر تبریز شده است تخریب باغ‌ها و زمین‌های زراعی به نفع ساخت‌وسازها، توسعه درشیب‌های تند، همجواری‌های نامناسب در کاربری‌ها و ... از جمله تبعات این نوع توسعه‌های فیزیکی است. لذا برای به حداقل رساندن اثرات نامطلوب زیست‌محیطی حاصل از چنین فرآیندی، شناخت نیروهای تأثیرگذار در گسترش کالبدی بی‌رویه شهر ضروری می‌باشد. در پژوهش حاضر رویکرد مدلسازی علل و نیروهای تأثیرگذار رشد شهری و تغییرات کاربری زمین پیرامون شهر تبریز با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک تشریح شده است. این مدلسازی روش مناسبی جهت کشف رابطه بین رشد شهری و نیروهای اجتماعی، اقتصادی و بیوفیزیکی برای پیش‌بینی الگوی آتی شهر می‌باشد. هدف این پژوهش مدلسازی احتمال رشد شهر تبریز برای سال ۱۴۱۲ می‌باشد. در زمینه ارزیابی گسترش افقی شهرها و تغییرات کاربری اراضی، با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در تهیه نقشه تغییرات کاربری اراضی و ارزیابی روند آن مطالعات زیادی صورت گرفته است. به برخی از تحقیقاتی در این زمینه اشاره می‌شود:

گنگ<sup>۱</sup> (۱۹۹۳) در پژوهشی با استفاده از مؤلفه‌های اصلی و مجموعه‌های فازی به ارزیابی تغییرات در شهر انتاریو کانادا پرداخته است و تغییرات صورت گرفته را در یک تصویر نشان داد. جنرت<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۰۱) در پژوهشی به ارزیابی تغییر چشم‌انداز بیابان‌ها در مرکز آریزونا<sup>۳</sup> به‌واسطه گسترش مناطق شهری از سال ۱۹۱۲ تا ۱۹۹۵ با استفاده از مدل (Markov- cellular automata) پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که گسترش مناطق شهری با نتایج افزایش جمعیت در این دوره مطابق بوده است. مونالیزا میشر<sup>۴</sup> (۲۰۱۲) در پژوهشی در شهر بوننسوار<sup>۵</sup> با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۰-۱۹۹۷ و GIS، گسترش پراکنده‌وار شهر و نظارت بر استفاده از زمین شهری و تغییرات کاربری اراضی را ارزیابی کرد و در نهایت به پیش‌بینی گسترش شهر در آینده پرداخت. واکود<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان "ارزیابی گسترش شهری با استفاده تصاویر ماهواره‌ای لندست و GIS (مطالعه موردی: حیدرآباد هند)" با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۲۰۰۵-۲۰۰۰-۱۹۸۹ و GIS به استخراج تغییرات کاربری اراضی شهری در نتیجه گسترش شهری پرداخته‌اند. چنگ سون<sup>۷</sup> و همکاران (۲۰۱۳) در پژوهشی با عنوان "کم

1. Gong
2. Jenerette
3. Arizon
4. Monalisha Mishra
5. Bhubaneswar
6. Wakode
7. Cheng Sun

سازی میزان رشد و پویایی شهر در شهرگوانژو<sup>۱</sup> با استفاده از RS" به برآورد میزان کم سازی رشد شهری و کمک به برنامه ریزان در استفاده از زمین‌های شهری پرداخته‌اند. احدنژاد (۱۳۷۹) برای کشف و ارزیابی تغییرات از روش‌های تفریق تصاویر و تحلیل مؤلفه‌های اصلی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست به مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با شاخص زیان باری در منطقه مراغه پرداخته است. ربیعی و همکاران (۱۳۸۴) در پژوهشی با عنوان "کشف و ارزیابی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر اصفهان به کمک سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی" با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۹۸-۱۹۹۰ و GIS به ارزیابی تغییرات کاربری و پوشش اراضی با تأکید بر گسترش افقی شهر اصفهان پرداخته‌اند. پورمحمدی و همکاران (۱۳۸۷) در پژوهشی گسترش فضایی- کالبدی شهر زنجان را در بین سال‌های ۱۳۵۵-۱۳۸۴ با استفاده از روش رگرسیون خطی و مدل کراس تب موردبررسی قراردادند، نتایج تحقیق، همبستگی، شدت، وسعت و مکانیزم تبدیل و تغییر کاربری اراضی شهری شهر زنجان را به‌عنوان برآیند و تجسم گسترش فضایی- کالبدی آن نشان می‌دهد. واحدیان بیکی و همکاران (۱۳۹۰) در پژوهشی اثرات توسعه فیزیکی شهر تهران بر تغییرات کاربری اراضی منطقه ۵ را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و GIS باهدف شناخت و تحلیل کاربری‌های که نقش مهمی در حفظ و سلامت منطقه و شهر دارند موردبررسی قراردادند. قربانی و همکاران (۱۳۹۳) در پژوهشی عوامل مؤثر در روند توسعه فیزیکی کلانشهر تبریز را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه لندست ۵ و ۷ و تکنیک‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای شی‌گرا تغییرات کاربری اراضی در مقطع زمانی ۲۰۱۱-۱۹۸۴ مورد ارزیابی قرار دادند نتایج تحقیق نشان داد مقدار مساحت کلانشهر تبریز (مادر شهر تبریز و شهرهای اقماری) از ۷۲۲۰/۳۴ هکتار در سال ۱۹۸۴ به ۲۲۳۴۶/۸۲ هکتار در سال ۲۰۱۱ رسیده است. مساحت قابل توجهی از توسعه اخیر بر بستر سیلابی و پهنه‌های آسیب‌پذیر از زلزله صورت گرفته که لزوم مدیریت توسعه آتی شهرهای محدوده را می‌طلبد. در نهایت با استفاده از مدل سلول‌های خودکار زنجیره مارکوف Ca\_Markov به پیش‌بینی الگوی آتی کاربری اراضی در قالب رویکرد حفاظت زیست‌محیطی و منطبق بر اصول توسعه پایدار تا سال ۲۰۳۸ پرداخته شد

در تحقیق حاضر، با استفاده تصویر لندست ETM+ مربوط به سال ۱۳۹۰ و لندست TM سال ۱۳۶۸ به ارزیابی تغییرات کاربری در محدوده شهری تبریز در دوره‌های زمانی (۱۳۶۸-۱۳۹۰) در یک دوره ۲۲ پرداخته و میزان تغییرات انواع کاربری‌ها به کاربری اراضی ساخته‌شده مورد بررسی قرار گرفته است؛ برای بررسی روند تغییرات، لایه‌های فاکتورها مؤثر بر گسترش شهر یا همان متغیرهای مستقل و پیشگویی‌کننده در نرم‌افزار IDRISI Selva به روش فازی استانداردسازی و وارد مدل رگرسیون لجستیک در نرم‌افزار IDRISI گردیدند. خروجی مدل پیش‌بینی تغییرات احتمالی اراضی تا سال ۱۴۱۲ است.

## روش پژوهش

پژوهش حاضر توصیفی- تحلیلی با هدف کاربردی است. در این تحقیق، ابتدا با استفاده از داده‌های سنجش از دور ماهواره‌ای از دوره‌های زمانی (۱۳۶۸-۱۳۹۰) اقدام به سنجش تغییرات کاربری زمین در یک دوره ۲۲ ساله گردیده است. تصاویر ماهواره‌ای در نرم‌افزار پردازش تصویر ENVI4.7 پیش‌پردازش و پردازش گردیدند. در رگرسیون لجستیک، نیاز به یک متغیر وابسته گسسته از نوع بولین یا باینری و چندین متغیر مستقل یا پیش‌بینی‌کننده پیوسته است. متغیر وابسته در این تحقیق نواحی رشد شهری طی دو دوره ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ می‌باشد. نواحی که در سال ۱۳۶۸ جزء مناطق غیر شهری بودند ولی در سال ۱۳۹۰ جزء مناطق شهری شدند به‌عبارت‌دیگر نواحی که طی دو دوره مورد مطالعه در آن‌ها رشد شهری صورت گرفته است عدد ۱ و نواحی که طی دو دوره مورد مطالعه در آن‌ها رشد شهری صورت نگرفته عدد صفر اختصاص

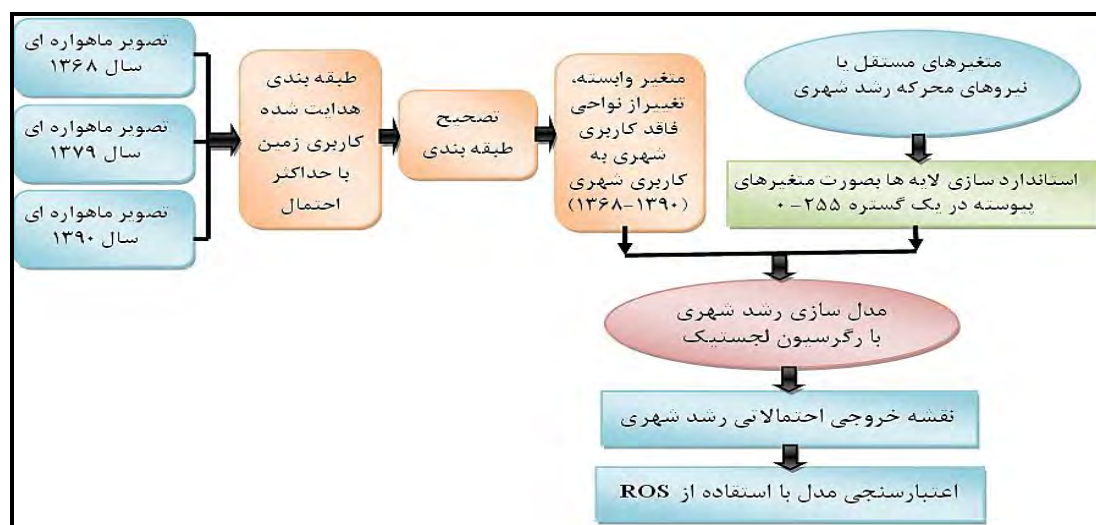
می‌یابد. در مرحله دوم، اقدام به تهیه لایه‌های عوامل مؤثر بر رشد و گسترش شهر با استفاده از منابع مختلف ( نقشه کاربری زمین حاصل از تصاویر ماهواره‌ای، نقشه خطوط ارتباطی، لایه رقومی ارتفاعی، نقشه کاربری زمین شهر تبریز و داده‌های آماری شهر از جمله جمعیت و تراکم جمعیت) در محیط نرم‌افزار ARC/GIS گردید. در مرحله بعد، به خاطر آنکه داده‌ها از انواع و منابع متفاوت می‌باشند نیازمند استانداردسازی و طبقه‌بندی مجدد می‌باشند، بنابراین لایه‌های فاکتورها و عوامل مؤثر بر رشد و گسترش شهر یا همان متغیرهای مستقل و پیش‌گویی‌کننده در نرم‌افزار IDRISI Selva به روش فازی استانداردسازی شدند. در مرحله آخر، هم متغیر وابسته و هم متغیرهای مستقل یا عوامل مؤثر بر توسعه شهر وارد مدل رگرسیون لجستیک در نرم‌افزار IDRISI گردیدند. خروجی‌های مدل شامل یک نقشه احتمالاتی رشد شهری است که میزان احتمال تبدیل به شهر شدن هر نقطه را به صورت عددی بین صفر تا یک نشان می‌دهد. هرچه قدر ارزش سلول به یک نزدیک‌تر باشد نشان‌دهنده این است که آن نقطه قابلیت بیش‌تری برای شهر شدن دارد و هرچه قدر به صفر نزدیک‌تر باشد قابلیت توسعه شهری آن کمتر است. خروجی‌های دیگر شامل ROC و Pseudo-R<sup>2</sup> می‌باشد. ROC به صورت عددی بین ۰-۱ بیان می‌شود که از منحنی ROC به دست می‌آید. ارزش یک برای میزان ROC نشان‌دهنده توافق کامل مکانی بین نقشه رشد شهری پیش‌بینی‌شده و میزان واقعی رشد شهری است. ارزش ۰/۵ برای این معیار بیان‌کننده تصادفی بودن موقعیت‌ها است میزان قابل قبول بین ۰/۸-۱ می‌باشد. Pseudo-R<sup>2</sup> در رگرسیون لجستیک برای آزمون رضامندی مدل بکار می‌رود در صورتی که در رگرسیون‌های غیر لجستیک، میزان ضریب تعیین‌کنندگی R<sup>2</sup> تغییرپذیری کلی متغیرها در مدل را نشان می‌دهد. میزان قابل قبول Pseudo-R<sup>2</sup> برای تأیید رضامندی مدل در محدوده ۰/۴-۰/۲ است.

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش برای مدل‌سازی رشد شهری تبریز بین سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ عبارت‌اند از:

۱. نقشه طبقه‌بندی شده پوشش/کاربری زمین شهر تبریز و اراضی پیرامونی شهر تصویر لندست ETM+ مربوط به سال ۱۳۹۰ و لندست TM سال ۱۳۶۸،
  ۲. نقشه رقومی ارتفاعی در سطح شهرستان،
  ۳. نقشه کاربری زمین شهر،
  ۴. نقشه لایه‌های اطلاعاتی مربوط به شبکه‌های ارتباطی طی سال‌های ۱۳۶۸ و ۱۳۹۰،
  ۵. داده‌های آماری شهر تبریز به صورت جدول و نقشه، و اطلاعات طرح تفصیلی شهر تبریز.
- تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این تحقیق شامل لندست TM سال ۱۳۶۸ با اندازه سلول ۳۰ متر و ETM+ سال ۱۳۹۰ با اندازه سلول ۳۰ متر می‌باشد. تصاویر در نرم‌افزار ENVI4.7 به روش طبقه‌بندی نظارت‌شده حداکثر احتمال و در ۶ کلاس پوشش/کاربری زمین (سطوح ساخته‌شده، صنعتی، اراضی بایر، اراضی زراعی، باغات و سطوح آبی) طبقه‌بندی شدند. بعد از فرآیند طبقه‌بندی، اقدام به ارزیابی صحت طبقه‌بندی با استفاده از دو روش دقت کلی و ضریب کاپا گردیده است.

جدول ۱. ارزیابی صحت طبقه‌بندی

تصاویر ماهواره‌ای	دقت کلی (درصد)	ضریب کاپا
لندست TM سال ۱۳۶۸	۹۸/۸۹	۰/۹۷
لندست ETM سال ۱۳۹۰	۹۷/۸۵	۰/۹۶



شکل ۱. مدل مفهومی پژوهش

کاربرد تکنیک‌های آماری برای به دست آوردن روابط ریاضی بین متغیرهای وابسته و مجموعه‌های مستقل (یا پیش بینی کننده) به طور گسترده‌ای در مدل‌سازی سیستم‌های اجتماعی-اقتصادی و دیگر سیستم‌های سودمحور مطرح شده است. معمول‌ترین تکنیک‌های آماری مورداستفاده، شامل تحلیل رگرسیون چندمتغیره است. در رگرسیون چندگانه و لجستیک ارتباط بین چند متغیر مستقل با یک متغیر وابسته سنجیده می‌شود. مدل‌های آماری که موضوع اصلی آن‌ها تحلیل تغییر کاربری زمین است، از دهه ۱۹۶۰ شروع شده‌اند (Bryasvlys, 2010: 167-168). مدل‌های تغییر کاربری زمین را می‌توان در اصل به دو نوع اطلاعات محور مثل مدل برآورد تجربی رگرسیون لجستیک و قوانین انتقال محور مثل سلول‌های خودکار تقسیم کرد. مدل‌های شبیه‌سازی قانون - محور، مانند مدل سلول‌های خودکار برای مشارکت دادن آثار متقابل مکانی و بهره‌گیری از پویایی زمانی بسیار مطلوب هستند. اگرچه مدل‌های سلول خودکار برای شبیه‌سازی الگوهای مکانی و درک فرآیندهای مکانی - زمانی رشد شهری مفید هستند، اما وارد کردن متغیرهای اقتصادی-اجتماعی کافی در این مدل‌ها به دشواری انجام می‌شود به عبارت دیگر سلول‌های خودکار به دنبال شبیه‌سازی الگوهای فضایی هستند نه فرآیندهای فضایی. مدل‌های برآورد تجربی همانند مدل رگرسیون لجستیک از فنون آماری برای مدل‌سازی ارتباط بین تغییرات کاربری زمین و نیروهای اثرگذار براساس داده‌های گذشته استفاده می‌کنند و این توانایی را دارند که با سهولت نسبی متغیرهای بیشتری را وارد فرآیند مدل‌سازی کنند در واقع مدل رگرسیون لجستیک به دنبال تبیین و فهم فرآیندهای فضایی-زمانی رشد شهری هستند. مدل رگرسیون لجستیک سه هدف اصلی را دنبال می‌کند. اول آنکه امکان شناسایی متغیرهای مؤثر یا مستقل بر توسعه شهری را فراهم می‌کند. دوم آن که اهمیت نسبی متغیرهای شاخص را برآورد می‌کند و در آخر، برای شناسایی موقعیت تغییرات شهری در آینده‌ای نزدیک، مناسب است (Hu & Lo, 2007: 668, Kamyab et al, 2010:89-90). بنابراین، مدل رگرسیون لجستیک برای مرتبط کردن رشد شهری با نیروهای محرک جمعیت‌شناختی، اقتصادی و زیست‌محیطی و ایجاد یک نقشه احتمالاتی رشد شهری (که احتمال تبدیل به شهر شدن را برای هر یک از پیکسل‌ها به صورت عددی بین صفر تا یک بیان می‌کند) مورداستفاده قرار می‌گیرد (Hu & Lo, 2007: 670).

در آمار، رگرسیون لجستیک یک نوعی از تحلیل رگرسیونی برای پیش‌بینی خروجی یک متغیر وابسته گسسته بر پایه یک یا چند متغیر پیشگویی کننده است. رگرسیون لجستیک زمانی کاربرد خواهد داشت که متغیر وابسته، گسسته است و رابطه آن با متغیرهای مستقل از منحنی لگاریتمی (منحنی نمایش S شکل) تبعیت می‌کند. رگرسیون لجستیک یک روش

مرسوم برای مدل‌سازی و تحلیل تجربی کاربری زمین و تغییر کاربری زمین می‌باشد (Fang et al, 2005: 294). در رگرسیون لجستیک، متغیر وابسته بولین می‌باشد. متغیرهای مستقل در این مدل پیشگویی کننده متغیر وابسته می‌باشد و می‌تواند در یک مقیاس اسمی، ترتیبی، فاصله‌ای یا نسبی باشد. رابطه بین متغیرهای وابسته و مستقل غیرخطی می‌باشد (Park et al, 2011: 108).

رگرسیون روشی برای کشف روابط تجربی بین یک متغیر باینری و چندین متغیر پیوسته و جداگانه مستقل می‌باشد (Jokararsanjani et al, 2012: 2). اگر ارزش‌های باینری ۱ و ۰ به ترتیب برای نشان دادن رشد و عدم رشد شهری بکار روند و نیز اگر فرض شود که احتمال اینکه یک سلول به کاربری شهری تغییر یابد از یک انحنای لجستیک تبعیت می‌کند، بوسیله تابع لجستیک تشریح می‌شود (Hu & Lo, 2007: 671). به‌طور کمی، رابطه بین یک رویداد و وابستگی‌اش به چندین متغیر می‌تواند به صورت زیر بیان شود.

$$p = \frac{1}{1 - e^{-z}} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه،  $p$  تناسب وقوع رشد شهری پیش‌بینی شده می‌باشد. تناسب در محدوده بین ۰ تا ۱ در یک انحنای S شکل می‌باشد و  $z$  نشان‌دهنده ترکیب خطی می‌باشد و بصورت زیر بیان می‌شود.

$$z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \quad \text{رابطه (۲)}$$

در اینجا،  $b_0$  برش عرضی مدل می‌باشد،  $b_{i(i=0,1,2,\dots,n)}$  نمایش دهنده ضرایب مدل رگرسیون لجستیک می‌باشد و  $X_{i(i=0,1,2,\dots,n)}$  نشان‌دهنده متغیرهای مستقل می‌باشد (Park et al, 2011: 108). بنابراین، احتمال اینکه یک سلول به کاربری شهری تبدیل شود از معادله مدل رگرسیون لجستیک تبعیت می‌کند:

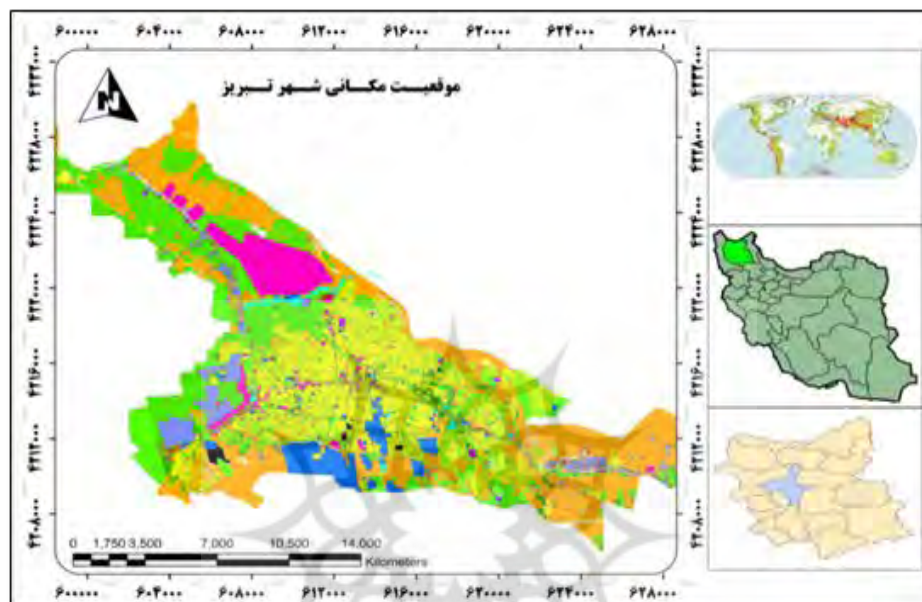
$$P(Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_K) = \frac{1}{1 + e^{-(\alpha + \sum_{i=1}^k \beta_i X_i)}} \quad \text{رابطه (۳)}$$

در اینجا،  $P(Y = 1|X_1, X_2, \dots, X_K)$  احتمال اینکه متغیر وابسته  $Y$  دارای ارزش ۱ می‌باشد، در واقع احتمال شهری شدن یک سلول می‌باشد.  $X_i$  یک متغیر مستقل است که نمایانگر نیروی محرکه شهرنشینی می‌باشد که می‌تواند بصورت عدد فاصله‌ای، ترتیبی و قیاسی باشد.  $\beta_i$  یک ضریبی برای متغیر  $X_i$  می‌باشد (Hu & Lo, 2007: 671). برای اعتبارسنجی مدل رگرسیون لجستیک از روش ROC<sup>۱</sup> استفاده می‌شود. ROC اساساً مقیاسی است که تعداد تطبیقی پیکسل‌ها را در یک نقشه تشریح می‌کند (Fang et al, 2005: 300). روش ROC در مطالعات مدل‌سازی تغییرات پوشش/کاربری زمین بکار می‌رود و همچنین به عنوان یک روش مطمئن برای کنترل و اعتبارسنجی مدل‌ها بکار می‌رود. این روش روابط بین تغییرات پیش‌بینی شده و واقعی را اندازه‌گیری می‌کند و درصد مثبت‌های غلط (-false positives)، مثبت‌های درست (true-positives) در یک محدوده‌ی مشخصی محاسبه می‌کند و آن‌ها را در یک نمودار به یکدیگر مرتبط می‌سازد. ROC قسمت تحت انحناء را که بین ۰/۵ تا ۱ می‌باشد محاسبه می‌نماید. ارزش ۰/۵ نشان‌دهنده تصادفی بودن احتمالات و ارزش ۱ نشان‌دهنده تطابق کامل احتمالات یعنی تطابق کامل بین رشد شهری واقعی و اندازه‌گیری شده می‌باشد (Alsharif & Pradhan, 2014: 157).

1. relative operating characteristic

## محدوده مورد مطالعه

شهر تبریز، مرکز استان آذربایجان شرقی به عنوان بزرگ‌ترین شهر شمال غرب ایران، از لحاظ مختصات جغرافیایی در ۴۶ درجه و ۲۶-۸ دقیقه طول شرقی و ۳۸ درجه و ۹-۰ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. این شهر از شمال و شرق به کوه‌های عون بن علی، از جنوب به رشته‌کوه‌های سه‌سهند و از غرب با شیب ملایمی به دریاچه ارومیه ختم می‌شود. این شهر در سال ۱۳۹۰ حدود ۱۴۹۵۰۰۰ نفر جمعیت داشت و وسعت شهر ۲۴۴۵۳ هکتار بود (Engineers Environment, 2013).



شکل ۲. موقعیت جغرافیایی محدوده مورد مطالعه

## یافته‌ها و بحث

### تجزیه و تحلیل تغییرات کاربری زمین

برای تحلیل تغییرات صورت گرفته طی ۲۲ سال گذشته از جداول متقاطع یا Crosstab استفاده گردیده است. جدول و نقشه Crosstab در نرم‌افزار IDRISI ایجاد گردیدند. جداول (۲) و (۳) تغییرات کاربری زمین شهر تبریز و اطراف آن را به میزان ۲۰۹۸۴۲ هکتار طی ۲۲ سال اخیر را نشان می‌دهد.

جدول ۲. جدول crosstab تغییرات کاربری زمین طی ۲۲ سال اخیر

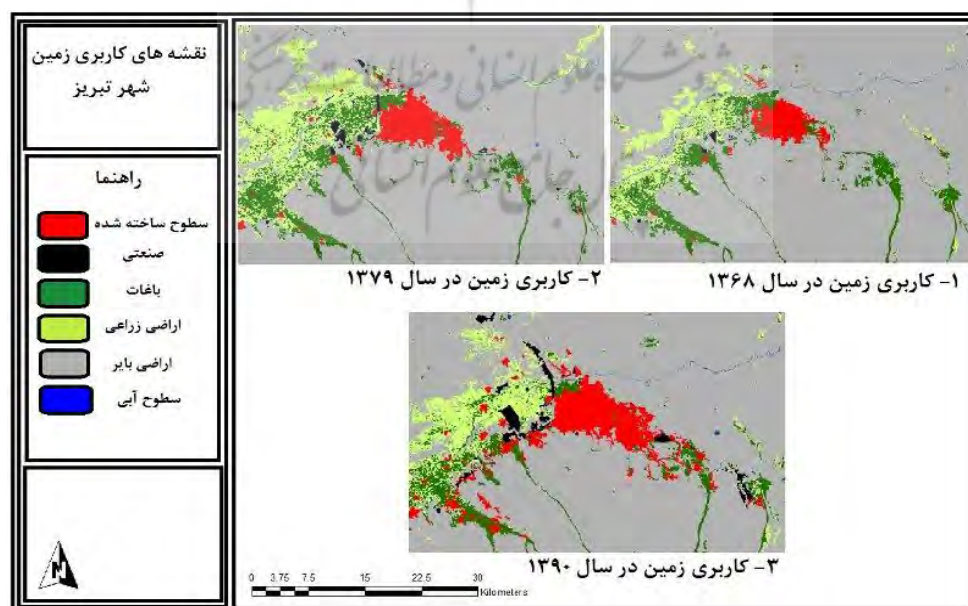
شرح	کاربری شهری	کاربری صنعتی	باغات	اراضی بایر	اراضی زراعی	سطوح آبی	مجموع
کاربری شهری	۵۵۰۷/۴	۰/۲	۲۲۳۴	۸۱۴۷/۸	۴۷۲/۷	۲/۷	۱۶۳۶۴/۸
کاربری صنعتی	۰	۲۸۴/۲	۳۴۰/۹	۲۷۸۷/۲	۴۰۶/۳	۷/۵	۳۸۲۶/۱
باغات	۱/۵	۰/۱	۹۲۳۳/۲	۲۱۸۲/۷	۲۹۲۹/۴	۱۷/۵	۱۴۳۶۳/۴
اراضی بایر	۲/۵	۱/۲	۲۱۸۷/۵	۱۷۵۱۵۸	۳۰۶۸۷	۱۵/۶	۱۸۰۴۳۳/۵
اراضی زراعی	۰/۲	۰	۳۴۴۸/۲	۸۲۹۶/۶	۶۹۶۶	۱۰/۵	۱۷۷۲۱/۵
سطوح آبی	۰	۰	۴/۳	۹۵/۸	۰	۳۴۸/۲	۴۴۸/۳
مجموع	۵۵۱۱/۶	۲۸۵/۷	۱۶۴۴۷/۱	۱۹۶۶۶۸/۱	۱۳۸۴۳/۱	۴۰۲	۲۳۳۱۵۷/۶
تغییرات	۴/۲	۱/۵	۷۲۱۴/۹	۲۱۵۱۰/۱	۶۸۷۷/۱	۵۳/۸	-



جدول ۳. تغییرات کاربری زمین در دوره‌های مختلف زمانی

کاربری زمین	۱۳۶۸		۱۳۷۹		۱۳۹۰		۶۸-۷۹		۷۹-۹۰		۶۸-۹۰	
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد	هکتار	درصد
کاربری شهری	۴۹۶۰/۴۴	۲/۳۶	۸۰۹۴/۰۶	۳/۸۶	۱۴۷۲۸/۳۲	۷/۰۲	۳۱۳۳/۶۲		۶۶۳۴/۲۶		۹۷۶۷/۸۸	
کاربری صنعتی	۲۵۷/۱۳	۰/۱۲	۱۰۹۰/۸۹	۰/۵۲	۳۴۴۳/۴۹	۱/۶۴	۸۳۳/۷۶		۲۳۵۲/۶		۳۱۸۶/۳۶	
باغات	۱۴۸۰۲/۳۹	۷/۰۵	۱۶۶۰۶/۰۸	۷/۹۱	۱۲۹۳۷/۰۶	۶/۱۶	۱۸۰۳/۶۹		-۳۶۷۹/۰۲		-۱۸۷۵/۳۳	
اراضی بایر	۱۷۷۰۰/۳۹	۸۴/۳۴	۱۶۳۷۱۶/۵۷	۷۸/۰۱	۱۶۳۳۹۰/۱۵	۷۷/۳۹	-۱۳۲۸۴/۷۲		-۱۳۲۶/۴۲		-۱۴۶۱۱/۱۴	
اراضی زراعی	۱۲۴۵۸/۷۹	۵/۹۳	۱۹۹۵۹/۱۲	۹/۵۱	۱۵۹۴۹/۳۵	۷/۶	۷۵۰۰/۳۳		-۴۰۰۹/۷۷		۳۴۹۰/۵۶	
سطوح آبی	۳۶۱/۸۰	۰/۱۷	۳۷۵/۱۲	۰/۱۸	۴۰۳/۴۷	۰/۱۹	۱۳/۳۲		۲۸/۳۵		۴۱/۶۷	

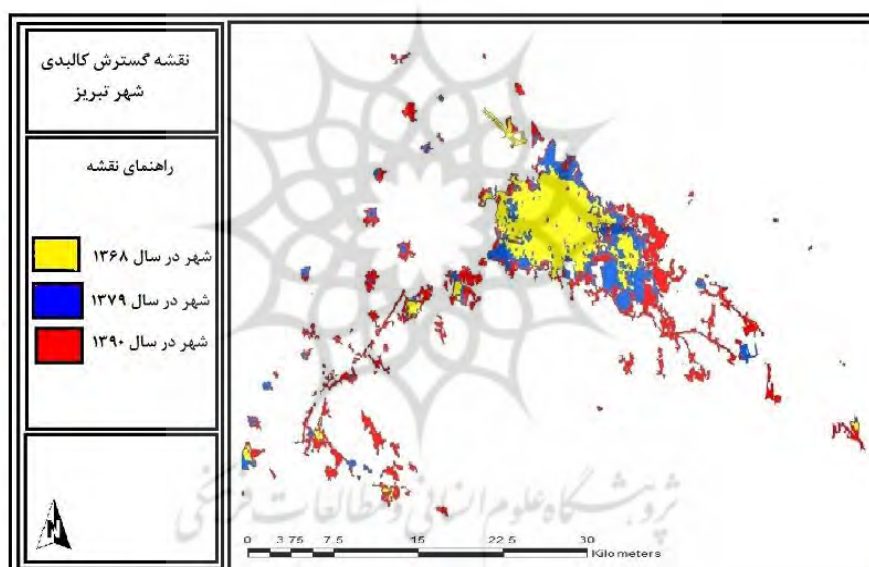
همان طور که جداول (۲) و (۳) نشان می‌دهد کاربری اراضی بایر با ۲۱۵۱۰ هکتار، بیشترین میزان تغییرات را طی ۲۲ سال اخیر داشته‌اند. بیشتر این تغییرات به کاربری‌های اراضی زراعی و سطوح ساخته شده به ترتیب با ۸۲۹۷ هکتار و ۸۱۴۸ هکتار صورت پذیرفته است. سپس کاربری‌های صنعتی با ۲۷۸۷ هکتار و باغات با ۲۱۸۳ هکتار بیشترین تغییرات را دارا می‌باشند. دومین کاربری با بیشترین تغییرات، کاربری باغات با ۷۲۱۵ هکتار مساحت می‌باشد. بیشترین تغییرات از کاربری باغات به اراضی زراعی با ۲۴۴۸ هکتار، کاربری‌های شهری با ۲۲۳۴ هکتار و اراضی بایر با ۲۱۸۷ هکتار می‌باشد. سومین کاربری با بیشترین تغییرات، اراضی زراعی با ۶۸۷۷ هکتار می‌باشد. بیشترین تغییرات از اراضی بایر طی ۲۲ سال اخیر به اراضی بایر با ۳۰۶۹ هکتار و باغات با ۲۹۲۹ هکتار صورت گرفته است. میزان مطلق تغییرات کاربری‌ها حاکی از آن است که کاربری‌های شهری در سال ۱۳۶۸ دارای ۴۹۶۰ هکتار مساحت بود که این میزان در سال ۱۳۷۹ به ۸۰۹۵ هکتار و در سال ۱۳۹۰ به ۱۴۷۲۸ هکتار رسید. یعنی طی ۲۲ سال اخیر حدود ۹۷۶۸ هکتار به مساحت شهر افزوده شده است. کاربری صنعتی نیز با رشد خیلی زیادی در سال ۱۳۶۸ دارای ۲۵۷ هکتار مساحت بوده که در سال ۱۳۷۹ به ۱۰۹۰ هکتار و در سال ۱۳۹۰ به ۳۴۴۳ هکتار افزایش یافته است و طی ۲۲ سال اخیر حدود ۳۱۸۶ هکتار به کاربری صنعتی افزوده شده است. اراضی بایر و باغات طی ۲۲ سال گذشته به ترتیب با ۱۴۶۱۱ و ۱۸۷۵ هکتار کاهش روبرو بوده‌اند.



شکل ۳. تغییرات پوشش/کاربری زمین در محدوده مورد مطالعه

### گسترش کالبدی شهر تبریز

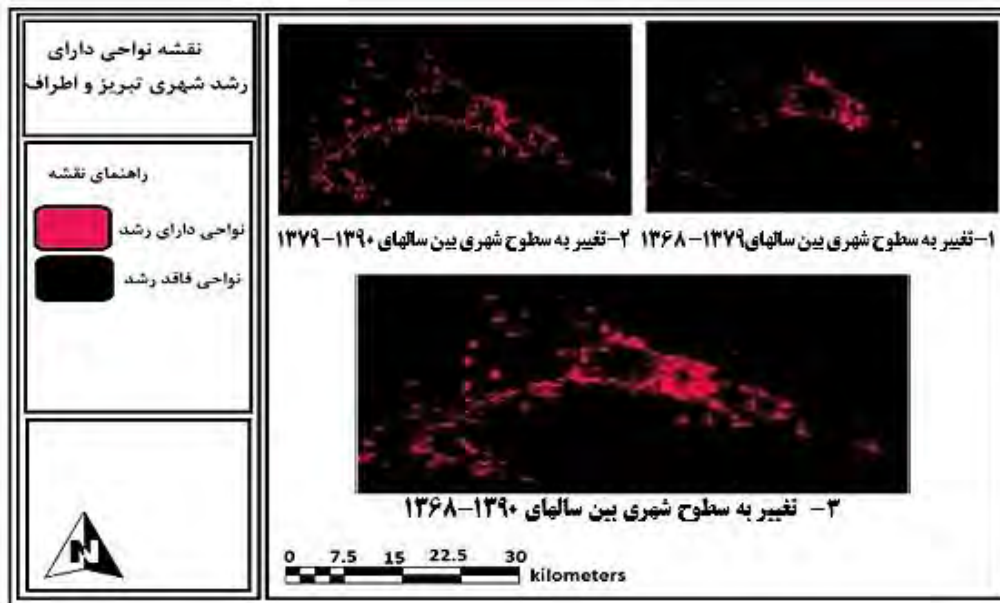
شهر تبریز در دوره‌های سرشماری ۱۳۳۵، ۱۳۴۵، ۱۳۵۵، ۱۳۶۵، ۱۳۷۵، ۱۳۸۵ و ۱۳۹۰ به ترتیب دارای جمعیتی حدود ۲۹۰، ۴۰۳، ۵۹۸، ۹۷۱، ۱۱۹۱، ۱۳۷۹ و ۱۴۹۵ هزار نفر داشته و جمعیت شهر طی ۵۵ سال گذشته ۵/۱ برابر شده است. به موازات افزایش جمعیت این شهر، گسترش فیزیکی آن نیز بسیار شدید بوده است. تبریز در سال ۱۲۸۰، ۷۰۰ هکتار وسعت داشته است. این رقم در سال ۱۳۳۵ به ۱۷۷۰ هکتار، در سال ۱۳۵۵ به ۴۵۸۰ هکتار و در سال ۱۳۶۵ به ۱۴۰۰۰ هکتار رسیده است. در واقع وسعت شهر بین سال‌های ۱۳۳۵ تا ۱۳۶۵ نزدیک به ۸ برابر شده است. بیشترین شدت این گسترش بین سال‌های ۱۳۵۵-۶۵ بوده است که وسعت شهر از ۴۵۸۰ هکتار به یکباره به ۱۴۰۰۰ هکتار رسید. وسعت شهر تبریز در سال ۱۳۹۰ نیز به ۲۴۴۵۳ هکتار افزایش یافت ( Mashadizade Dehaghani, 1995: 462 & Statistical Center of Iran). یعنی مساحت شهر طی ۵۵ سال گذشته حدود ۱۳/۸ برابر شده است که در مقایسه با رشد ۵/۱ برابری جمعیت شهر، افزایش چشمگیری را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر گسترش مساحت شهر ۲/۵ برابر رشد جمعیت شهر بوده است و این نشان‌دهنده گسترش کالبدی بی‌رویه و کم تراکم یا همان پدیده (Sprawl) در شهر تبریز می‌باشد. شکل (۴) گسترش کالبدی شهر تبریز را طی ۲۲ سال اخیر نشان می‌دهد.



شکل ۴. گسترش کالبدی شهر تبریز (۱۳۶۸-۹۰)

### متغیر وابسته

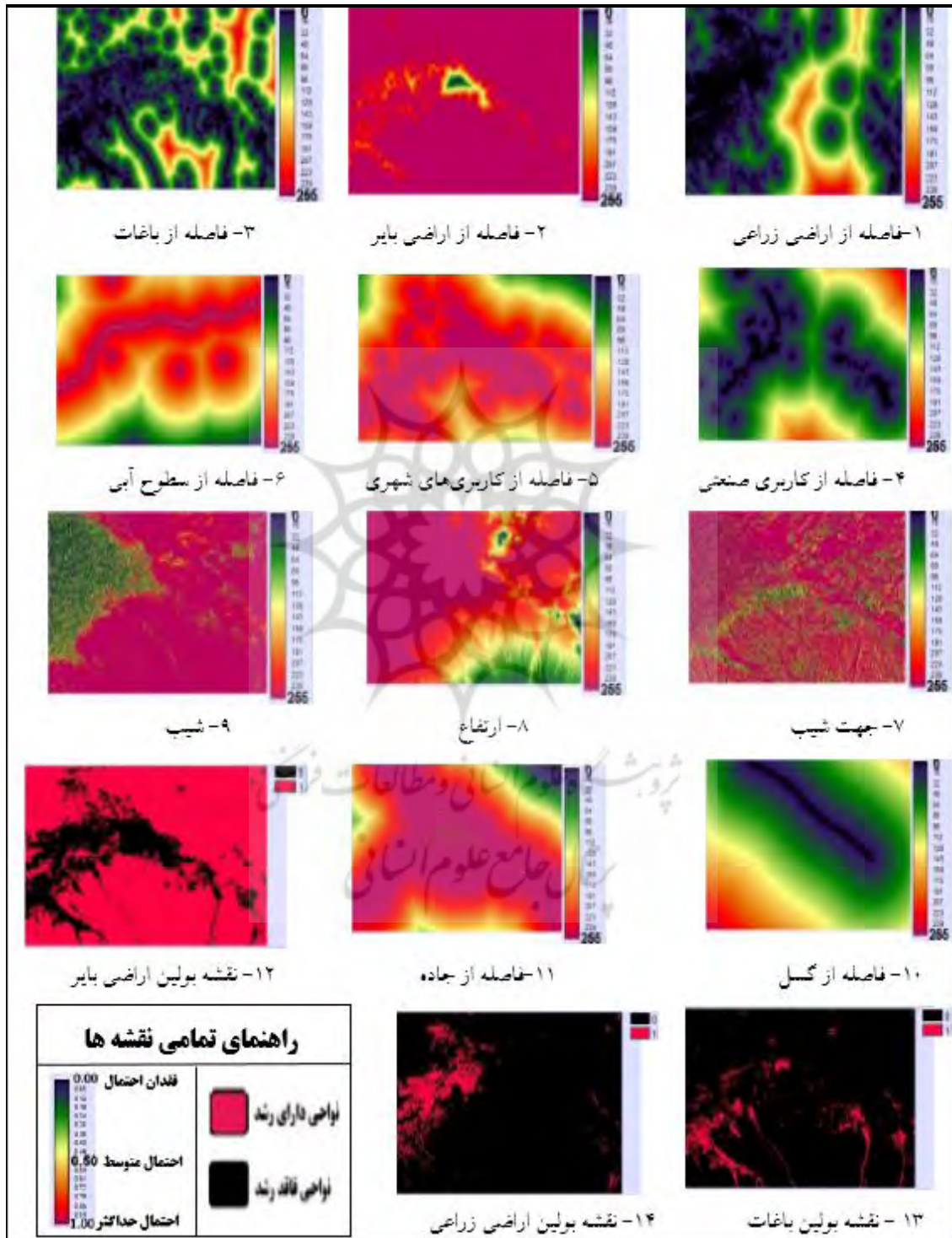
در مدل رگرسیون لجستیک، متغیرهای پیشگویی کننده مورد دستکاری قرار می‌گیرند تا تأثیرشان بر روی متغیر وابسته یا همان نواحی که طی دوره ۲۲ ساله (۱۳۶۸-۱۳۹۰) شهری شده‌اند، شناخته شود و متغیر وابسته در رگرسیون لجستیک، گسسته بولین یا باینری (دوگانه) می‌باشد. در این تحقیق، متغیر نواحی دارای رشد شهری به عنوان متغیر وابسته مطرح می‌باشد به طوری که نواحی دارای رشد شهری ارزش ۱ و نواحی که رشد شهری در آن‌ها صورت نگرفته ارزش صفر می‌گیرند. با استفاده از نقشه‌های کاربری زمین سال‌های ۱۳۶۸، ۱۳۷۹ و ۱۳۹۰ نقشه تغییرات سطوح شهری بین دوره‌های ۱۳۶۸-۱۳۷۹، ۱۳۷۹-۱۳۹۰ و ۱۳۶۸-۱۳۹۰ به صورت نقشه بولین (۰ و ۱) ایجاد گردید و وارد مدل شد. در این نقشه‌ها سلول‌هایی با ارزش ۱ نشان‌دهنده تغییر از کاربری‌های غیر شهری به کاربری شهری بوده و به عنوان متغیر وابسته شناخته می‌شود. شکل (۵) نشان‌دهنده نواحی دارای رشد شهری طی ۲۲ ساله اخیر می‌باشد.



شکل ۵. متغیرهای وابسته پژوهش

### متغیرهای مستقل

نیروهای محرکه رشد شهری عموماً شامل فاکتورهای اجتماعی - اقتصادی و بیوفیزیکی می‌باشند. نیروهای محرکه یا همان متغیرهای مستقل و پیشگویی‌کننده مؤثر چندی در تحلیل رشد شهری تبریز مورد بررسی قرار گرفته‌اند. متغیرهای مستقل مورد استفاده‌شده در این تحقیق عبارت‌اند از: ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از کاربری شهری، فاصله از کاربری صنعتی، فاصله از اراضی بایر، فاصله از اراضی زراعی، فاصله از باغات، فاصله از سطوح آبی، فاصله از گسل، فاصله از خطوط ارتباطی، تراکم، نقشه بولین اراضی بایر، نقشه بولین اراضی زراعی و نقشه بولین باغات. از آنجا که این متغیرهای مستقل از منابع متعدد و گوناگون می‌باشد و مقیاس‌های عددی‌شان نیز با یکدیگر متفاوت است، بنابراین نیازمند طبقه‌بندی مجدد و استانداردسازی می‌باشند. به‌عنوان مثال در متغیرهای فاصله از کاربری شهری، فاصله از خطوط ارتباطی، فاصله از اراضی بایر و نیز فاصله از سطوح آبی، نواحی که در مجاورت و نزدیکی با این سطوح و خطوط هستند قابلیت بیشتری برای تبدیل به شهر شدن دارند. در صورتی که، در متغیرهای مستقل فاصله از کاربری صنعتی، فاصله از اراضی زراعی و باغات و فاصله از گسل، نواحی که در مجاورت و نزدیکی با این سطوح می‌باشند قابلیت کمتری برای تبدیل به شهر شدن دارند.



شکل ۶. متغیرهای مستقل یا پیش‌گوئی کننده مؤثر در رشد شهر تبریز

در متغیرهایی مثل ارتفاع و شیب یا جهت شیب عامل فاصله تأثیرگذار نیست بلکه برای هرکدام معیار و اندازه خاصی مطرح می‌باشد. به‌عنوان مثال در متغیر شیب، اغلب نواحی با شیب بین ۱۵-۳ مناسب رشد شهری می‌باشند، و نواحی با شیب کمتر اغلب دارای مشکل تخلیه رواناب و نواحی با شیب بیشتر نیز دارای مشکل دسترسی دارند. در متغیر ارتفاع نیز نواحی مرتفع‌تر مشکلات بیولوژیکی و کمبود اکسیژن را دارند و یا در متغیر جهت شیب، در عرض‌های جغرافیایی شمال، نواحی که جهت شیب به سمت شمال می‌باشند دچار کمبود نور و گرمای خورشید می‌باشند و در عرض‌های جغرافیایی جنوب، نواحی که جهت شیب به سمت جنوب می‌باشند همین وضعیت را دارند. بنابراین نقشه‌های متغیرهای مستقل با استفاده از عملگرهای استانداردسازی فازی در نرم‌افزار IDRISI بسته به نقش متغیر در توسعه شهری و در فرمت بین ۲۵۵-۰ طبقه‌بندی مجدد شدند. علاوه بر متغیرهای مستقل پیوسته، چندین متغیر مستقل نیز به صورت بولین می‌باشد، که شامل نقشه بولین اراضی بایر، نقشه بولین اراضی زراعی و باغات می‌باشد.

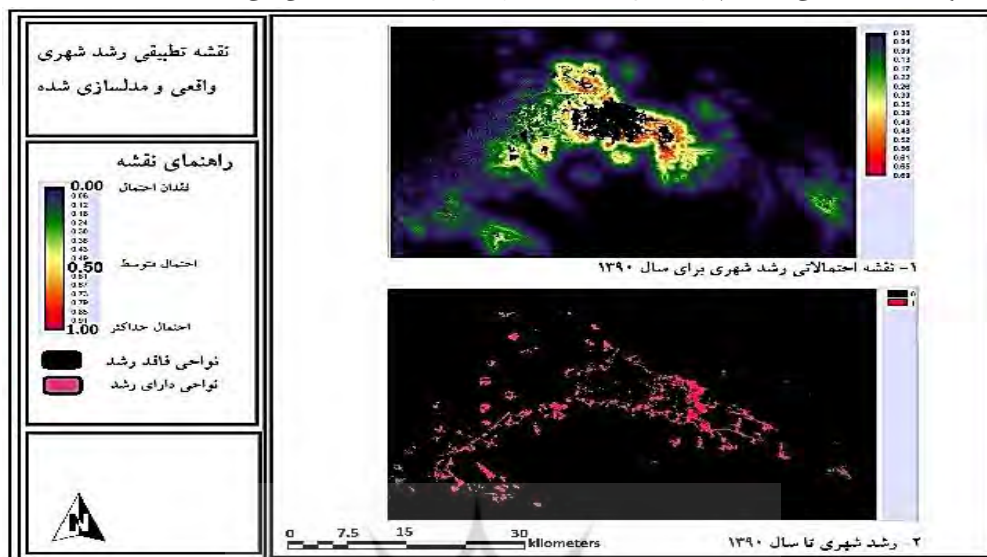
جدول ۳. متغیرهای وابسته و مستقل

متغیر	نوع متغیر	ماهیت متغیر
متغیر وابسته	۰- عدم رشد شهری * ۱- رشد شهری	بولین
متغیر مستقل	ارتفاع	پیوسته
متغیر مستقل	شیب	پیوسته
متغیر مستقل	جهت شیب	پیوسته
متغیر مستقل	فاصله از کاربری شهری	پیوسته
متغیر مستقل	فاصله از کاربری صنعتی	پیوسته
متغیر مستقل	فاصله از اراضی بایر	پیوسته
متغیر مستقل	فاصله از اراضی زراعی	پیوسته
متغیر مستقل	فاصله از باغات	پیوسته
متغیر مستقل	فاصله از سطوح آبی	پیوسته
متغیر مستقل	فاصله از خطوط ارتباطی	پیوسته
متغیر مستقل	فاصله از گسل	پیوسته
متغیر مستقل	۰- اراضی غیر بایر * ۱- اراضی بایر	بولین
متغیر مستقل	۰- اراضی غیر زراعی * ۱- اراضی زراعی	بولین
متغیر مستقل	۰- اراضی غیر باغی * ۱- اراضی باغی	بولین

### شبیه‌سازی رشد شهری

تحلیل رگرسیون لجستیک برای آشکارسازی روابط بین رشد شهری و نیروهای محرکه اجتماعی- اقتصادی و بیوفیزیکی بکار می‌رود. متغیر وابسته، رشد شهری بوجود آمده طی ۲۲ سال اخیر می‌باشد و متغیرهای مستقل، فاکتورهای اجتماعی- اقتصادی و بیوفیزیکی (ارتفاع، شیب، جهت شیب، فاصله از کاربری شهری، فاصله از کاربری صنعتی، فاصله از اراضی بایر، فاصله از اراضی زراعی، فاصله از باغات، فاصله از سطوح آبی، فاصله از گسل، فاصله از خطوط ارتباطی، تراکم، نقشه بولین اراضی بایر، نقشه بولین اراضی زراعی و نقشه بولین باغات) می‌باشد. متغیر وابسته از طریق تفریق کلاس کاربری شهری نقشه طبقه‌بندی شده پوشش/ کاربری زمین سال ۱۳۹۰ از کلاس کاربری شهری نقشه طبقه‌بندی شده پوشش/ کاربری زمین سال ۱۳۶۸ بدست آمده است. متغیرهای مستقل با استفاده از متغیرهای مورد بررسی در تحقیقات پیشین انتخاب شده‌اند. مدلسازی رشد شهر برای دو دوره ۱۳۹۰ با استفاده از نقشه‌های پایه سال ۱۳۶۸، و دوره ۱۴۱۲ با استفاده از نقشه‌های پایه ۱۳۹۰ انجام گرفته است. نقشه خروجی احتمالاتی برای سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که بیشتر نواحی که قابلیت زیادی برای رشد تا سال ۱۳۹۰ داشتند، نواحی بودند که در سال ۱۳۹۰ به کاربری‌های شهری

تبدیل شده‌اند و بنابراین صحت مدلسازی را تأیید می‌کنند و امکان مدلسازی رشد شهری را برای سال‌های آتی میسر می‌سازد. شکل (۷) مقایسه دو نقشه، رشد واقعی صورت گرفته در سال ۱۳۹۰ با استفاده از پردازش تصویر ماهواره‌ای سال ۱۳۹۰ و نقشه احتمالاتی رشد شهری مدل‌سازی شده برای سال ۱۳۹۰ را نشان می‌دهد.



شکل ۷. مقایسه نقشه کاربری زمین واقعی با نقشه احتمالاتی سال ۱۳۹۰

نقشه خروجی نیز تحت عنوان نقشه احتمالاتی رشد شهری، قابلیت نواحی را برای توسعه شهری در یک گستره بین صفر تا یک نشان می‌دهند، به طوری که سلول‌هایی که به صفر نزدیک‌ترند (سلول‌های بارنگ سیاه و بنفش)، احتمال کمتری برای تبدیل به شهر شدن دارند و در مقابل سلول‌هایی که ارزش یک را دارند و یا به یک نزدیک‌ترند (سلول‌هایی بارنگ قرمز تا زرد) از احتمال بیشتری برای تبدیل به شهر شدن دارند. همچنین، سلول‌هایی که نزدیک به ارزش ۰/۵ دارند (سلول‌هایی بارنگ بین سبز و زرد)، قابلیتشان برای شهر شدن در حد متوسط می‌باشد.

مسئله حائز اهمیت در مدل مورداستفاده این است که علاوه بر نقشه احتمالاتی رشد شهری، یک جدول خروجی را نیز نشان می‌دهد، که حاوی بسیاری از نماگرهای آماری مربوط به مدلسازی رشد شهری و روابط بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته می‌باشد. خروجی‌های دیگر شامل ROC و Pseudo-R<sup>2</sup> می‌باشد. ROC به صورت عددی بین ۰-۱ بیان می‌شود که از منحنی ROC بدست می‌آید. ارزش یک برای میزان ROC نشان‌دهنده توافق کامل مکانی بین نقشه رشد شهری پیش‌بینی شده و میزان واقعی رشد شهری است. ارزش ۰/۵ برای این معیار بیان‌کننده تصادفی بودن موقعیت‌ها است میزان قابل قبول بین ۰/۸-۱ می‌باشد. Pseudo-R<sup>2</sup> در رگرسیون لجستیک برای آزمون رضامندی مدل بکار می‌رود در صورتی که در رگرسیون‌های غیر لجستیک، میزان ضریب تعیین‌کنندگی R<sup>2</sup> تغییرپذیری کلی متغیرها در مدل را نشان می‌دهد. میزان قابل قبول Pseudo-R<sup>2</sup> برای تأیید رضامندی مدل در محدوده ۰/۲-۰/۴ است. در پژوهش حاضر میزان Pseudo R-square و ROC برای این مدل نیز به ترتیب ۰/۳۴۳۴ و ۰/۹۱۱۱ بدست آمد که تأییدکننده مدلسازی می‌باشند. برای اعتبارسنجی مدلسازی رشد شهری در آینده ابتدا با استفاده از داده‌های سال ۱۳۶۸، نقشه احتمالاتی برای افق سال ۱۳۹۰ استخراج شد. مقایسه نقشه احتمالاتی سال ۱۳۹۰ با نقشه واقعی کاربری زمین سال ۱۳۹۰ نشان‌دهنده مطابقت زیاد بین این دو نقشه و صحت مدلسازی می‌باشد. چنانچه نقشه نواحی مناسب رشد شهری سال ۱۳۹۰ نشان می‌دهد نواحی بارنگ قرمز و زرد دارای بیشترین احتمال تبدیل به شهر شدن را دارند و همین

نواحی در نقشه واقعی کاربری زمین سال ۱۳۹۰ در شکل (۷) به کاربری شهری تبدیل شده‌اند. بنابراین مدل‌سازی رشد آتی شهر برای ۲۲ سال آینده انجام گرفت.

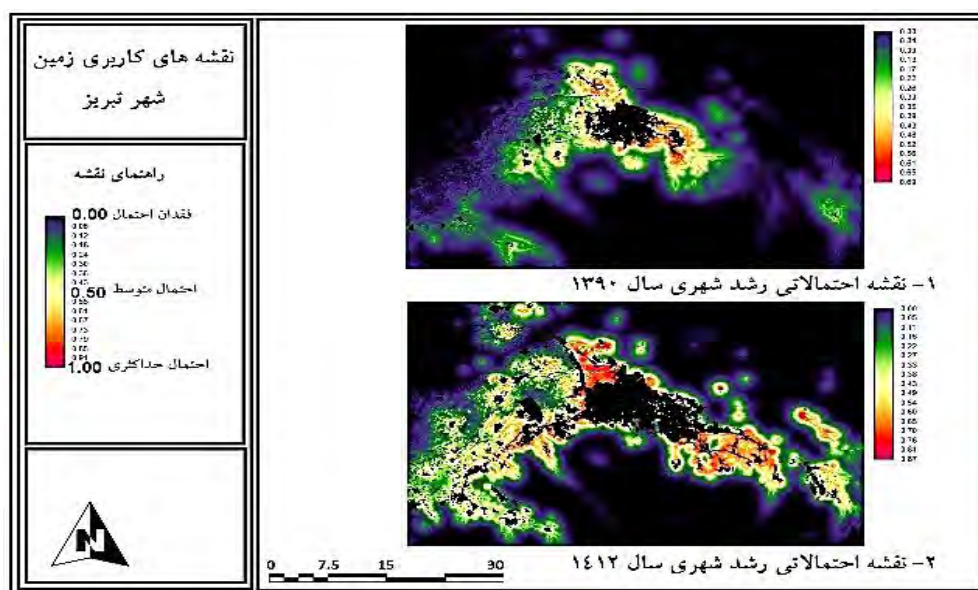
### مدلسازی رشد شهری تا سال ۱۳۹۰

برای مدل‌سازی رشد شهری سال ۱۳۹۰، متغیرهای مستقل سال ۱۳۶۸ و متغیر وابسته (نواحی دارای رشد شهری طی دوره ۱۳۶۸-۱۳۹۰) وارد مدل رگرسیون لجستیک می‌شوند. ۱۱ متغیرهای مستقل مورد استفاده پیوسته بودند و ۳ متغیر مستقل اراضی زراعی، باغات و اراضی بایر و متغیر وابسته نواحی دارای رشد شهری طی دوره‌های ۱۳۶۸-۱۳۹۰ دارای ماهیت بولین بودند. میزان Pseudo R-square و ROC برای این مدل نیز به ترتیب ۰/۳۴۳۴ و ۰/۹۱۱۱ بدست آمد که به دلیل قرار داشتن در محدوده مورد قبول تأییدکننده مدل‌سازی می‌باشند. به همراه نتایج آماری مدل، نقشه احتمالاتی پیش‌بینی رشد شهری برای سال ۱۳۹۰ نیز به دست آمد. مقایسه بصری و همپوشانی نقشه پیش‌بینی شده برای سال ۱۳۹۰ با نقشه واقعی کاربری زمین سال ۱۳۹۰ مستخرج از تصاویر ماهواره‌ای نیز نشان می‌دهد که تطابق بالایی بین دو نقشه وجود دارد و صحت مدل‌سازی را نشان می‌دهد. معادله رگرسیونی حاصل از این مدل نیز به صورت زیر می‌باشد:

$$\text{Logit (URBAN CHANGE 1989-2010)} = -18.9835 + 0.0072*\text{barren1989 distance fuzzy} - 0.0060*\text{farm1989 distance fuzzy} - 0.0485*\text{garden1989 distance fuzzy} - 3.573E-04*\text{industry1989 distance fuzzy} + 0.0435*\text{urban1989 distance fuzzy} + 0.0046*\text{water1989 distance fuzzy} - 0.0071*\text{gosal distance fuzzy} - 4.281E-04*\text{road1989 distance fuzzy} + 0.0016*\text{dem fuzzy} + 6.114E-04*\text{slope fuzzy} - 8.353E-04*\text{aspect fuzzy} + 6.7049*\text{barren1989} + 5.7298*\text{farm1989} + 6.3256*\text{garden1989}.$$

### مدلسازی رشد شهری تا سال ۱۴۱۲

برای توسعه شهری سال ۱۴۱۲ نیز مانند روش سال ۱۳۹۰ با استفاده از داده‌های سال ۱۳۹۰ اقدام به مدل‌سازی گردید. ۱۱ متغیرهای مستقل مورد استفاده، پیوسته بودند و ۳ متغیر مستقل اراضی زراعی، باغات و اراضی بایر و متغیر وابسته نواحی دارای رشد شهری طی دوره‌های ۱۳۶۸-۱۳۹۰ دارای ماهیت بولین بودند. به دلیل عدم تغییر متغیرهای ارتفاع، شیب، جهت و فاصله از گسل طی ۲۲ سال گذشته از متغیرهای سال ۱۳۶۸ استفاده شده است، ولی متغیرهای فاصله از سطوح ساخته شده شهری، فاصله از کاربری صنعتی، فاصله از اراضی بایر، فاصله از اراضی کشاورزی، فاصله از جاده و متغیرهای بولین اراضی بایر و اراضی کشاورزی مربوط به سال ۱۳۹۰ استفاده شده است. خروجی مدل نقشه‌های احتمالاتی رشد شهری در طیف ۰-۱ است که نشان‌دهنده تناسب نقاط (پیکسل‌ها) برای توسعه شهری طی ۲۲ سال آینده ۱۳۹۰ و ۱۴۱۲ می‌باشد. نواحی که به ۱ نزدیک‌تر بودند دارای قابلیت بیشتری برای توسعه شهری می‌باشند و نواحی نزدیک به عدد صفر از قابلیت پایینی برای توسعه شهری برخوردارند. بنابراین نواحی دارای قابلیت بیشتر برای توسعه شهری را به صورت بولین برای هر دو دوره ۱۳۹۰ و ۱۴۱۲ استخراج کرده و در یک نقشه جداگانه برای سهولت ارائه نتایج نمایش داده می‌شود.

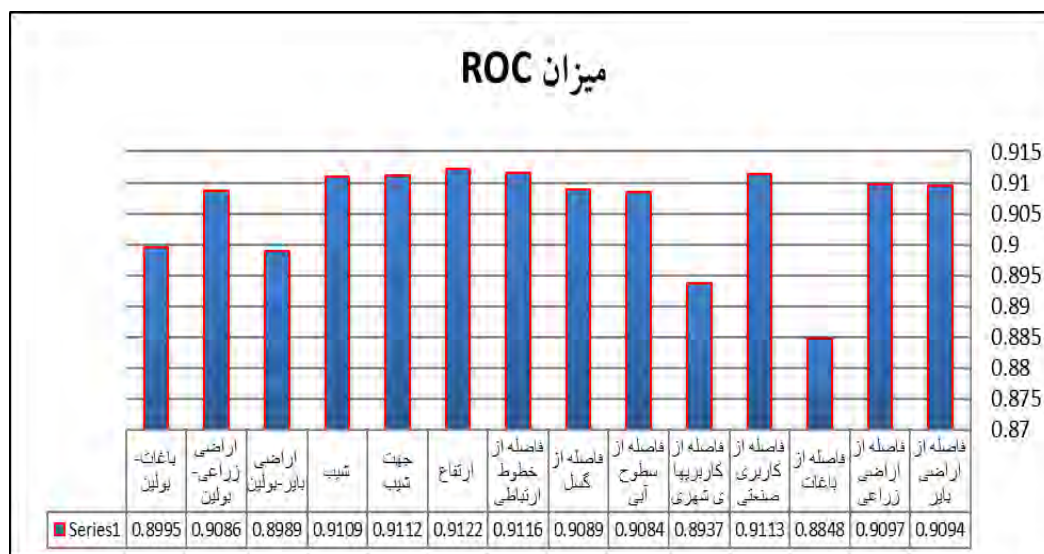


شکل ۸. نقشه‌های احتمالاتی رشد شهری سال ۱۳۹۰ و ۱۴۱۲

### اعتبارسنجی مدل با استفاده از روش ROC

به منظور شناخت عواملی که بیشترین تأثیر را در رشد و گسترش شهری دارند اقدام به اعتبارسنجی مدل گردیده است. روش ROC برای اعتبارسنجی مدل رگرسیون لجستیک بکار می‌رود. ROC اساساً مقیاسی است که تعداد تطبیقی پیکسل‌ها را در یک نقشه تشریح می‌کند (Fang et al, 2005: 300). در این روش، پس از مدلسازی با تمامی مجموعه متغیرهای مستقل، مدل به تعداد متغیرهای مستقل دوباره به مرحله اجرا درمی‌آید با این تفاوت که این بار در هر مرحله اجرای مدل، یکی از متغیرهای مستقل حذف و مدل با متغیرهای مستقل باقیمانده اجرا می‌شود. در این روش میزان تأثیر هر کدام از متغیرهای مستقل در رشد شهری سنجیده می‌شود، به طوری که میزان ROC در هر بار مدلسازی رگرسیون لجستیک با حذف یک متغیر مستقل استخراج گردیده و بر اساس میزان تفاوت با مدل کامل، اثر متغیر مستقل محاسبه می‌شود. به عبارت دیگر با توجه به تفاوت میزان ROC در هر بار اجرای مدلسازی به میزان تأثیر آن متغیر مستقل که در مدلسازی رگرسیون لجستیک حذف شده است پی برده می‌شود. چنانچه در نمودار به‌وضوح مشاهده می‌شود، میزان ROC در مدلسازی رگرسیون لجستیک بدون متغیر فاصله از باغات (۰/۸۸۴۸) و سپس در مرتبه دوم در مدلسازی بدون متغیر مستقل فاصله از کاربری‌های شهری (۰/۸۹۳۷) دارای بیشترین تفاوت با میزان‌های ROC مدلسازی‌های دیگر می‌باشند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که فاکتورهای فاصله از باغات و فاصله از کاربری‌های شهری دارای بیشترین تأثیر در رشد شهری تبریز طی ۲۲ سال اخیر بوده است. بعد از متغیرهای فاصله از باغات و فاصله از کاربری‌های شهری، میزان ROC در مدلسازی‌های بدون متغیرهای مستقل بولین اراضی بایر (۰/۸۹۸۹) و متغیر مستقل بولین باغات (۰/۸۹۹۵) نسبت به مدلسازی‌های دیگر متفاوت می‌باشد. بنابراین، بعد از متغیرهای فاصله از باغات و فاصله از کاربری‌های شهری، متغیرهای اراضی بایر و باغات در مرتبه بعدی تأثیرگذاری در رشد شهری می‌باشد. تأثیر متغیرهای دیگر نیز نسبت به یکدیگر یکسان می‌باشد.





شکل ۹. اعتبارسنجی مدل با استفاده از حذف متغیرهای مستقل

یافته‌های این پژوهش نتایج مطالعات قربانی و همکاران (۱۳۹۳) مبنی بر تأثیر عوامل مؤثر در توسعه فیزیکی کلانشهر تبریز بر تغییر کاربری اراضی محدوده را تأیید می‌کند. همچنین نشان می‌دهد که مساحت قابل توجهی از توسعه اخیر بر بستر سیلابی و پهنه‌های آسیب‌پذیر از زلزله صورت گرفته که لزوم مدیریت توسعه آتی شهرهای محدوده را می‌طلبد. یافته‌های این پژوهش مبنی بر تأثیر عوامل مؤثر در توسعه فیزیکی شهرها بر تغییر کاربری اراضی محدوده با توجه به اسناد بالادست نیز تأیید می‌شود. یافته‌های ربیعی و همکاران (۱۳۸۳) مبنی بر کشف و بازیابی تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر اصفهان به کمک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پورمحمدی و همکاران (۱۳۸۷) مبنی بر ارزیابی گسترش فضایی - کالبدی شهر زنجان زمین با تأکید بر تغییر کاربری زمین طی دوره ۱۳۸۴-۱۳۵۵، کامیاب و همکاران (۱۳۸۹) مبنی بر اتخاذ رهیافت اطلاعات محور با کاربرد روش رگرسیون لجستیک برای مدلسازی توسعه شهری گرگان و همچنین یافته‌های روستایی و همکاران (۱۳۹۳) مبنی بر سنجش فضایی گستردگی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه (مطالعه موردی: ارومیه)، تأثیر عوامل مؤثر در توسعه فیزیکی شهرها بر تغییر کاربری اراضی محدوده را تأیید می‌کنند. با توجه به اینکه در تمامی تحقیقات انجام شده در این زمینه بر لزوم مدیریت توسعه آتی شهرهای تأکید شده است، تلاش برای بهبود مدیریت توسعه آتی شهرهای تا حصول به توسعه‌ی پایدار شهری ضروری است.

## نتیجه‌گیری

مدل رگرسیون لجستیک در تشریح کمی رابطه بین رشد و گسترش شهر با نیروهای محرکه اجتماعی، اقتصادی و بیوفیزیکی که بر رشد شهر تأثیر می‌گذارند می‌باشد. در این تحقیق، از مدل رگرسیون لجستیک برای مدلسازی تأثیر عوامل مؤثر بر رشد و گسترش شهر تبریز استفاده گردیده است. شهر تبریز به عنوان مرکز استان دارای مرکزیت تولیدی، خدماتی، گردشگری و آموزشی قابلیت بالایی در رشد و توسعه شهری دارا می‌باشد. طی دهه‌های گذشته رشد و گسترش زیادی در جمعیت و مساحت شهر صورت گرفته است. شهر تبریز در سال ۱۳۳۵ حدود ۲۹۰ هزار نفر جمعیت داشت و مساحت شهر ۱۷۷۰ هکتار بود که در سال ۱۳۶۵ جمعیت شهر به حدود ۹۷۱ هزار نفر و مساحت شهر به ۱۴۰۰۰ هکتار افزایش یافت. جمعیت شهر در سال ۱۳۹۰ حدود ۱۴۹۵ هزار و مساحت شهر به ۲۴۴۵۳ هکتار رسید. یعنی طی ۵۵ سال

گذشته جمعیت شهر ۵/۱ برابر افزایش یافت، در صورتی که مساحت شهر در این مدت حدود ۱۳/۸ برابر افزایش یافته است. بیشترین تغییرات به کاربری‌های شهری نیز از اراضی بایر و باغات اطراف شهر صورت گرفته است. در رشد و گسترش شهر عوامل مختلف اجتماعی - اقتصادی و بیوفیزیکی بسیاری دخیل است و درک و شناخت رفتار این عوامل و متغیرها برای مدیریت بهتر شهر و پیش‌بینی وضعیت آتی شهر ضروری است. بنابراین، با توجه به قابلیت‌های مدل رگرسیون لجستیک در شناخت تأثیر و میزان تأثیر عوامل اجتماعی - اقتصادی و بیوفیزیکی در رشد شهر، از این مدل برای تحلیل عوامل رشد شهر تبریز طی ۲۲ سال اخیر و پیش‌بینی روند گسترش شهر طی ۲۲ سال آینده استفاده گردیده است. مدلسازی رشد و گسترش شهر برای سال ۱۳۹۰ نشان‌دهنده مطابقت بالایی نتیجه مدلسازی با نقشه کاربری زمین واقعی سال ۱۳۹۰ دارد، بنابراین برای مدلسازی گسترش شهر برای آینده اقدام گردید. نقشه خروجی احتمالاتی نیز نشان‌دهنده این است که احتمال گسترش شهر به سمت جنوب شرق یا جاده تهران و شمال غرب (به طرف مرند و مرز بازرگان) و جنوب غرب (به طرف آذرشهر) بیشتر از نواحی دیگر می‌باشد. در مرحله آخر نیز برای شناخت میزان تأثیرگذاری عوامل مؤثر در رشد شهری یا همان متغیرهای مستقل، از روش حذف مرحله‌ای متغیرهای مستقل در هر بار مدلسازی استفاده شد. یعنی در هر بار مدلسازی رگرسیون لجستیک یکی از متغیرهای مستقل را حذف نموده تا تأثیر آن در رشد شهری سنجیده شود. بدین صورت که با مقایسه میزان ROC در هر نوبت مدلسازی به تأثیر متغیرهای مستقل در رشد شهر پی برده می‌شود. نتایج مدلسازی نشان‌دهنده تأثیر خیلی بالایی فاصله از باغات و فاصله از کاربری‌های شهری در رشد و گسترش شهر طی ۲۲ سال گذشته می‌باشد. بعد از عوامل فاصله از باغات و فاصله از کاربری‌های شهری، متغیرهای بولین اراضی بایر و باغات تأثیر نسبتاً زیادی در رشد و گسترش شهر دارند.

## References

1. Achmad, A., Hasyim, S., Dahlan, B., & AuliaDwira, N. (2015). Modeling of urban growth in tsunami-prone city using logistic regression: Analysis of Banda Aceh. Indonesia, *Applied geography*, (62), 237-246.
2. Ahadnejad Roshti, M. (2001). assessment and modeling of land use change using multi-temporal imagery and geographic information system (Maragheh study area). Snjshazdvr graduate thesis, Tarbiat Modarres University, 102. (in persian)
3. Alsharif, A., & Pradhan, B. (2014). Urban sprawl analysis of Tripoli metropolitan city (Libya) using remote sensing data and multivariate logistic regression model. *Journal of Indian society of remote sensing*, 42 (1), 155-170.
4. Bounoua, L., Safia, A., Masek, J., Peters-Lidard, C., & Imhoff Marc, L. (2009). Impact of urban growth on surface climate: a case study in Oran. Algeria. *Journal of applied meteorology and climatology*, 48, 218-231.
5. Deep, Sh., & Saklani, A. (2014). Urban sprawl modeling using cellular automata. *The Egyptian journal of remote sensing and space sciences*, 17, 179-218.
6. Department of Urban Planning and Architecture of the City of Tabriz. (2014). *the most important rules and regulations detailed plan of Tabriz. (in persian)*
7. ESA-UN. (2007). *World Urbanization Prospects. The 2005 Revision.2*
8. Fang, S., Z Gertner, G., Sun Z., & A. Anderson, A. (2005). the impact of interactions in spatial simulation of the dynamics of urban sprawl. *Landscape and urban planning*, 73, 294- 306.
9. Gong, P. (1993). Change Detection Using Principal Component Analysis and Fuzzy Set Theory. *Can, J. Remote Sensing*. 19 (1) 22 - 29.
10. Gorbany, R., PourMohammadi, M., Mahmoud Zadeh, H. (2015). the environmental approach in modeling land use changes Tabriz metropolitan area using satellite images

- several times, multi-criteria assessment and automated cells Markov chain (from 1984 to 2038). *Journal of urban studies*, 8, 13-30. (in persian)
11. Han, J., Hayashi, Y., Cao, X., & Imura, H. (2009). Application of an integrated system dynamics and cellular automata model for urban growth assessment: A case study of Shanghai. *China Landscape and Urban Planning*. www.elsevier.com.
  12. Hu, Zhiyong., & Lo, C.P. (2007). Modeling urban growth in Atlanta using logistic regression, *Computers. Environment and urban systems*, 31, 667-688.
  13. Jenerette, G.D., & Wu, J. (2001). Analysis and simulation of land use change in the central Arizon Phoenix region, USA. *Landscape Ecology*, 16, 611-626.
  14. JokarArsanjani, J., Helbich, M., Kainz, W., & DarvishiBloorani, A. (2012). Integration of logistic regression, Markov chain and cellular automata models to simulate urban expansion. *International journal of applied earth observation and geoinformation*. (in persian)
  15. Kamyab, H.R., Salman Mahiny, A., Hosseini, S.M., & Gholamalifard, M. (2010). Adopted a data-driven approach using logistic regression modeling Gorgan Urban Development. *Ecology Journal*, 54, 89-96. (in persian)
  16. Lopez, E., Bocco, G., Mendoza, M., & Duhau, E. (2001). Predicting land-cover and land-use change in the urban fringe, a case in Morelia city, Mexico. *Landscape and urban planning*, (55), 271-285.
  17. Mashhadizadeh Dehaghani, N. (1995). *An analysis of the characteristics of urban planning at Iran University of Science and Technology*. Tehran. (in persian)
  18. Mishra, M., Mishra, K.K., & Subudhi, A. P. (2014). Urban sprawl mapping and land use change analysis using remote sensing and GIS (Case study of Bhubaneswar City, Orissa). Retrieved from [www.gisresources.com](http://www.gisresources.com).
  19. Momany, I. (2011). Urban growth modeling in Tehran in 2050 using the model SLEUTH. *Centre for Studies and Planning in Tehran*, Tehran Municipality. (in persian)
  20. Opulation Division, United Nations. (2009). *World population prospects*. UN.
  21. Park, S., Jeon, S., Kim, S. & Choi, C. (2011). Prediction and comparison of urban growth by land suitability index mapping using GIS and RS in South Korea. *Landscape and urban planning*, 99 (2), 104-114.
  22. PourMohammadi, M. R., Jamali, F., & Zamani, A. (2008). To evaluate the spatial expansion of the city \_Kalbdy with an emphasis on changes in land use over the period 1976 to 2005. *Geographical Research*, 63, 46-29. (in persian)
  23. Rabii, H.R., Ziaedian, P., Ali Mohammadi, A. (2006). Discovery and recovery of the city land use changes and land cover of the remote sensing and geographic information systems. *human science teachers Quarterly*, 9 (4), 19 -32. (in persian)
  24. Rafiee, R., Salman Mahiny, A., Khorasani, N., Darvishsefat. A.A., & Danekar, A. (2009). simulating urban growth in Mashad city, Iran through the SLEUTH model (UGM). *Cities*, 26, 19-26.
  25. Rafiee, R., Salman Mahiny, A., Khorasani, N., Darvishsefat. A.A., & Danekar, A. (2009). simulating urban growth in Mashad city, Iran through the SLEUTH model (UGM). *Cities*, 26, 19-26. (in persian)
  26. Rostaïy, sh., Ahadnejad, M., & farokhi suma, M. (2015). Assess the extent of the urban space with an emphasis on land use changes using multi-temporal satellite images (Case Study: Orumiyeh). *Journal of Geography and Planning*, 18 (50), 189-2006. (in persian)
  27. Statistical Center of Iran, in 2011, *General Population and Housing Census*. The city of Tabriz. (in persian)
  28. Sun, C., Zhi-feng, W., Zhi-qiang, L., Na, Y., & Jian-bing, W. (2013). Quantifying different types of urban growth and the change dynamic in Guangzhou using multi-temporal remote sensing data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21, 409-417.

29. Thapa, B.R., & Murayama, Y. (2010). Drivers of urban growth in the Kathmandu valley, Nepal: Examining the efficacy of the analytic hierarchy process. *Applied Geography*, 30 (1), 70-83.
30. The role of Consulting Engineers Environment. (2013). *development plan (comprehensive) in Tabriz. (in persian)*
31. United Nations, Department of economic and social affairs. (2010). *World urbanization prospects: The 2010 revision*, New York: United nation publication.
32. United Nations, Department of economic and social affairs. (2014). *World urbanization prospects: The 2014 revision*, New York: United nation publication.
33. Vahedian Beigy, L., Pourahmad, A., & Syfaldyny, F. (2012). The effects of land use change Tehran's District 5. *New Perspectives in Human Geography Journal*, 4 (1), 29-46. *(in persian)*
34. Vermeiren, K., Van, R. A., Loopmans, M., Serwajja, Eria., & Mukwaya, P. (2012). Urban growth of Kampala, Uganda: Pattern analysis and scenario development. *Landscape and urban planning*, 106, 199-206.
35. Wakode, H. B., Klaus, B., Ramakar, J., & Raffig, A. (2014). Analysis of urban growth using Lands at TM/ETM data and GIS- a case study of Hyderabad, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 7 (1), 109-121.
36. Zhao, P., (2011). Managing urban growth in a transforming China: Evidence from Beijing. *Land Use Policy*, [www.elsevier.com](http://www.elsevier.com).



# On the Evaluation of Factors Affecting Urban Growth by Emphasizing on Land Use Changes by Means of Using a Logistic Regression Model

(Case Study: Tabriz City)

**Sarvar R.**

Prof., Dep. of Geography, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

**Yazdani R.**

Ph.D Candidate, Geography and Urban Planning, University of Tabriz, Tabriz, Iran

**Eshghei<sup>1</sup> A.**

Ph.D Candidate, Geography and Urban Planning, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

*Received: 26/10/2015*

*Accepted: 04/12/2016*

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

Horizontal expansion after 1960s became a global problem associated with the growth of metropolitan cities. Physical development of cities often associated with the destruction of agricultural and natural areas which causes increasing in negative effects of the urbanization on the world. The most important effect of this phenomenon is changes in standpoint which has been in conflict with the principles of sustainable development. Accordingly, to manage and monitor the urban growth and land use changes around the city, recognizing the reasons and causing and aggravating forces in urban growth is necessary as a first step. Tabriz city has received many growth and physical development due to high population growth and uncontrolled rural-urban migration in recent decades. Also, because of expanding the use of cars and promoting consumer culture, the extensive land around the city has been under urban development relative to the population growth rate. As the city area has been raised up to 22,346 hectares in 2011 from 7220 hectares in 1984. i.e., the area of the city has been more than 3 times over the last 27 years. In the event that the population of the city was around 957 thousand 1984, which in 2011 reached 1336 thousand, that's mean the population has increased only 1.3 times during the last 27 years. Therefore, to minimize the environmental adverse effects of such a process, understanding the forces affecting the indiscriminate physical development of the city is essential. In the present study, the Logistic Regression Modelling of reasons and effective forces in urban growth and land use changes around Tabriz have been described by using Logistic Regression Model. This modelling is a good way to explore the relationship between urban growth and the social, economic and biophysical forces to predict the future pattern of the city. The aim of this study is modeling the probability growth of Tabriz city for the year 2033.

### Methodology

The study descriptive-analytical with applied research objectives. In this study, the land use changes have been evaluated in a 22-year period, by using satellite remote sensing data from the period of time (1989-2011). The satellite images were pre-processed and processed in image

1. Corresponding Author:

E-mail: Aeshghei@gmail.com

processing software ENVI4.7. In the second step, the layers of factors affecting the growth and development of the city were produced by ARC<sup>1</sup>/GIS<sup>2</sup> software. In the next step, the standardization and reclassification are needed because the data are from different variety sources. So, the layers of the factors affecting the growth and development of the city or the same prognostic and independent variables were standardized in the IDRISI Selva<sup>3</sup> software by phase methods. In the final step, either dependent and independent variables or effective factors on development of the city were entered in the Logistic Regression Models in the IDRISI software. Finally, the city's physical development plan was extracted for the year 2033.

## Result and Discussion

In logistic regression analysis, the dependent and independent variables were used for the detection of urban growth. The dependent variables and independent variables are urban growth occurring in 22 recent years and socio-economic and biophysical factors (height, slope, slope aspect, distance from urban and industrial use, distance from wastelands and farmlands, the gardens, water surfaces, faults, communication lines, density, Boolean map of wastelands, farmlands and gardens, respectively). The dependent variable has been achieved through subtraction urban land use class of cover classified maps/land use in 2011 from urban land use class of cover classified maps/ land use in 1989. Independent variables have been selected by means of studied variables in the previous researches. Modeling urban growth for two periods of 2011 and 2033 by using base maps of 1989 and 2011 was done, separately. Map output shows probabilities for 2011 in which, more areas with great potential for growth until 2011, were the areas which have turned urban land use in 2011. Therefore, it confirms the modeling and enables the modeling of urban growth for the future years. As well as 2011, the urban development of 2033 was modeled by using 2011 data.

## Conclusion

In this study, the Logistic Regression Model was applied for modeling impact of factors affecting Tabriz development and analyzing factors of Tabriz growth in 22 recent years. Modeling growth and development of the city for 2011 show top match of modeling result with actual land use map is 2011, so the modelling of the city future development was performed. Also, the probability output map indicates that the probability of extending the city toward the South East, Tehran road or North West (towards Marand and Bazargan's border) and South West (towards Azarshahr) is more than other areas. In the final step, to understand the impact of factors affecting the urban growth or the same independent variables, the elimination of independent variables in each modeling approach was used. This means that every time Logistic Regression Modeling has eliminated one of the independent variables to measure its impact on the urban growth. That is by comparing the ROC in each modeling, the effect of independent variables on the growth of the city are realized. The modeling results indicate the very high impact of distance from gardens and urban land use in the growth and development of the city in 22 recent years. After the factors, such as distance from gardens urban and urban land use, the Boolean variables of wastelands and gardens have large impact on growth and development of the city.

**Key Words:** Effective Indexes in Urban Growth, Physical Development, Tabriz City, the Logistic Regression Model

---

1. Auto Research Center (ARC)

2. Geographic Information Systems (GIS)

3. an integrated geographic information system (GIS) and remote sensing software developed by Clark Labs at Clark University for the analysis and display of digital geospatial information (IDRISI Selva)